

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

ESCUELA DE POSGRADO



TRABAJO ACADÉMICO

**Uso de manta térmica en la exposición a la hipotermia en
pacientes post operados de colecistectomía laparoscópica en
el Hospital de Vitarte II Essalud, Lima. 2018**

Para optar el título de Especialista en:

Enfermería en Centro Quirúrgico

Autor:

Mg. Edith Cerila GONZALES BREAS

Asesor:

Dr. Cesar Iván ROJAS JARA

Cerro de Pasco – Perú - 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

ESCUELA DE POSGRADO



TRABAJO ACADÉMICO

**Uso de manta térmica en la exposición a la hipotermia en
pacientes post operados de colecistectomía laparoscópica en
el Hospital de Vitarte II Essalud, Lima. 2018**

Sustentado y aprobado ante los miembros del jurado:

**Dr. Loli CABRERA ALVARADO
PRESIDENTE**

**Dr. Carlos Armando ORTIZ MATOS
MIEMBRO**

**Mg. Sonia ROBLES CHAMORRO
MIEMBRO**

DEDICATORIA

A Dios, quien acompaña mi existencia,

A mis padres, por brindarme su apoyo
incondicional, por sus consejos, sus valores,
por la motivación constante que me ha
permitido ser una persona de bien.

RECONOCIMIENTO

A mi Alma Mater la Universidad Nacional “Daniel Alcides Carrión”, centro de formación que me brindo los conocimientos desde donde fui queriendo a mi carrera.

A todos los maestros, de posgrado, quienes guiaron mis pasos y supieron a su manera y a su tiempo inculcarme sus conocimientos, muchas gracias.

A mis padres por ser esa fuerza que me impulso a seguir, ejemplos de superación.

A mis familiares que de una y otra manera me ayudaron en el desarrollo del trabajo.

RESUMEN

La anestesia y la cirugía causan un significativo impacto sobre el balance térmico corporal a causa de la alteración de los mecanismos de termorregulación normales y por la pérdida de calor causada durante la cirugía (exposición a un ambiente con bajas temperaturas en la sala de operaciones, soluciones frías de lavado intraoperatorias y de infusiones intravenosa). Numerosos estudios demostraron que la hipotermia perioperatoria aumenta la incidencia de efectos adversos para el paciente: mayor sangrado, deterioro de la calidad de recuperación posoperatoria, mayores tiempos de permanencia en unidad de recuperación postanestésica. También se demostró una mayor incidencia de complicaciones a largo plazo: infección de las heridas quirúrgicas, hospitalización prolongada, isquemia miocárdica, arritmias cardíacas. Este aumento de las complicaciones tiene consecuencias económicas para el sistema de salud y también, posiblemente, sociales al retardar el reintegro de los pacientes a su medio familiar y laboral. El aumento de la temperatura del ambiente, calentamiento de fluidos intravenosos y el calentamiento cutáneo activo son medidas necesarias durante el intraoperatorio para evitar la hipotermia. El objetivo es exponer las características y eficacia de los métodos de monitorización y de calentamiento intraoperatorio, resumir los mecanismos fisiopatológicos y exponer las estrategias de manejo térmico. Tal vez la concientización en este tema ayude a reducir las complicaciones perioperatorias y con ello los costos sanitarios de las cirugías.

Con más de 100 estudios publicados demuestran las ventajas clínicas del calentamiento con la Manta Térmica.

Mantas Térmicas, son Equipos electrónicos que brindan calor y Confort a pacientes Post Operados. El calentamiento de aire forzado es para alcanzar la normotermia perioperatoria.

El calentamiento resulta económico y fácil de usar y todo paciente Quirúrgico puede disfrutar de su comodidad y sus ventajas clínicas, están diseñadas para proporcionar calentamiento seguro y eficaz permitiendo seleccionar hasta tres niveles de temperatura, Para mantener la normotermia y prevenir potencialmente complicaciones costosas.

Palabra claves. Hipotermia, anestesia, termorregulación, medidas de calentamiento, coagulación, infección.

SUMMARY

Anesthesia and surgery cause a significant impact on the body's thermal balance due to the alteration of the normal thermoregulation mechanisms and due to the loss of heat caused during surgery (exposure to an environment with low temperatures in the operating room, solutions cold intraoperative lavage and intravenous infusions). Numerous studies have shown that perioperative hypothermia increases the incidence of adverse effects for the patient: increased bleeding, deterioration in the quality of postoperative recovery, longer periods of stay in the post-anesthetic recovery unit. A higher incidence of long-term complications was also demonstrated: infection of surgical wounds, prolonged hospitalization, myocardial ischemia, cardiac arrhythmias. This increase in complications has economic consequences for the health system and also, possibly, social consequences, by delaying the return of patients to their family and work environment. Increasing the ambient temperature, warming intravenous fluids, and active skin warming are necessary intraoperative measures to avoid hypothermia. The objective is to present the characteristics and efficacy of the intraoperative monitoring and heating methods, to summarize the pathophysiological mechanisms, and to present the thermal management strategies. Perhaps raising awareness on this issue helps reduce perioperative complications and thus the healthcare costs of surgeries.

More than 100 published studies demonstrate the clinical advantages of heating with the Thermal Blanket.

Thermal Blankets are electronic equipment that provide heat and comfort to Post-Operated patients. Forced air heating is to achieve perioperative normothermia.

Heating is economical and easy to use and every surgical patient can enjoy its comfort and clinical advantages, they are designed to provide safe and effective heating allowing the selection of up to three temperature levels, to maintain normothermia and prevent potentially costly complications.

Keywords. Hypothermia, anesthesia, thermoregulation, warming measures, coagulation, infection.

INTRODUCCIÓN

Con el avance científico tecnológico la frecuencia de cirugías también se ha modernizado utilizándose ahora la cirugía laparoscópica alternativa mínimamente invasiva a la cirugía abierta convencional. Utilizándose para ello una pequeña cámara llamada laparoscopio para visualizar dentro del abdomen. La intervención se realiza a través de pequeños orificios disminuyendo el riesgo expositivo.

Toda cirugía es un riesgo para la salud del paciente y es deber del personal de salud velar para que antes durante y después se mantenga estabilizado las funciones vitales como la temperatura que puede verse afectado como consecuencia de la administración de la anestesia y del propio trauma de la cirugía; manifiesta en la hipotermia en el perioperatorio o el post operatorio, requiere monitorización continua de ello para evitar complicaciones como en la estancia hospitalaria, infecciones de la herida operatoria, trastornos de la coagulación, Trastornos del miocardio (1).

El ambiente del quirófano debe estar climatizado y toda administración de fluidos y medicamentos atemperados para no agravar la hipotermia producido por la afectación del termorregulador central por la dosis y tipo de anestesia. (2).

Entonces el paciente debe ingresar atemperado a sala, mantenerse en esta situación en todo el perioperatorio e incluso con protección de la pérdida de calor corporal; es decir debe tomarse todas las precauciones para mantener la temperatura estable y si este disminuye incrementar el calentamiento a través de diversas técnicas descritas, pero a la que alentaremos será a mantener la

cama caliente y cubrir al paciente con una manta térmica para estabilizar este signo tan importante por calentamiento activo.

Es decir, la criticidad de la hipotermia puede complicar los resultados de la cirugía y exponer a riesgos prevenibles en los pacientes quirúrgicos, pues lo que se aspira en todo servicio de calidad es brindarle al paciente toda la seguridad posible y no exponerlo a los riesgos mencionados que incrementarían la estancia hospitalaria complicar la herida operatoria o incrementar los costos sanitarios.

El objetivo del ensayo se centra en Determinar los beneficios clínicos del uso de manta térmica frente a la exposición hipotérmica del paciente post operado de colecistectomía laparoscópica; para poder sugerirla que se utilice como medida preventiva o tratar la hipotermia post anestésica en el Hospital de Vitarte Es Salud II Lima

Asimismo, es de objeto mejorar la calidad de atención post operatoria en el Hospital disminuyendo la incomodidad y los riesgos de seguridad y complicaciones en los pacientes post operados en la unidad de recuperación anestésica con la proposición fundamentada de tal medida preventiva de hipotermia como consecuente de la administración anestesiológica diaria en la cirugía de colecistectomía laparoscópica muy frecuente en dicho nosocomio.

ÍNDICE

Pág.

DEDICATORIA

RECONOCIMIENTO

RESUMEN

SUMMARY

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

I. DATOS GENERALES

a) Título del trabajo académico.....	1
b) Línea de investigación	1
c) Presentado por	1
d) Fecha de inicio y término	1

II. TEMA DE INVESTIGACIÓN

a) Identificación del tema	2
b) Delimitación del tema.....	4
c) Recolección de datos.....	5
d) Planteamiento del problema de investigación.....	5
e) Objetivos.....	6
f) Esquema del tema	6
g) Desarrollo y argumentación	8
h) Conclusiones	39

III. BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXOS.....	55

I. DATOS GENERALES

a) Título del trabajo académico

Uso de manta térmica en la exposición a la hipotermia en pacientes post operados de colecistectomía laparoscópica en el Hospital de Vitarte II Essalud, Lima. 2018

b) Línea de investigación

Salud Pública, Epidemias, Recursos Medicinales

Sub línea de investigación:

Gestión del cuidado de enfermería

c) Presentado por

Lic. Edith Cerila GONZALES BREAS

d) Fecha de inicio y término

Noviembre de 2018 a noviembre del 2019

II. TEMA DE INVESTIGACIÓN

a) Identificación del tema

La coleditiasis en la mayoría de veces requiere de tratamiento quirúrgico y con frecuencia actualmente para reducir las complicaciones de la cirugía abierta se opta por la cirugía laparoscópica, Sin embargo a pesar que se opera a través de agujeros pequeños, no se puede obviar la anestesia general que generalmente descontrola el termostato central y si no se adopta medidas preventivas en el preoperatorio, trans operatorio y post operatorio el fenómeno de la Hipotermia complica la situación del paciente, el resultado de la cirugía, la calidad del servicio sanitario que se brinda y otros asociados a la economía y costos por que la estancia hospitalaria puede prolongarse e incluso está asociado a altas tasas de mortalidad.

Muchos estudios refieren que la hipotermia es frecuente entre 70% en promedio de las cirugías acompañadas con anestesia general exponiéndolo a la hipotermia asociado a ella, excluyéndose características personales como estado físico, edad y otros.

Si bien se ha sugerido métodos de calentamientos previos a la cirugía de la cama y las condiciones de abrigo al paciente en el preoperatorio y asimismo con el ambiente de la sala quirúrgica, los líquidos que se administren y la escasa exposición del paciente, es menester indicar que la tecnología actual sugiere el uso adecuado de mantas térmicas en todo el proceso pre trans y post operatorio reducen los riesgos, las complicaciones y proporciona mayor seguridad frente a la hipotermia post anestésica alcanzando la temperatura mayor a 36° en el paciente.

La manta térmica proporciona calor a la piel del paciente, aísla del medio frío del ambiente quirúrgico, asimismo la convección y radiación del calor perdido (menos de 36°), se disminuye notablemente protegiendo al paciente para que este alcance la estabilización de valores normales de la temperatura corporal que debe ser monitorizado en todo el proceso pre, Trans y post operatorio contra la hipotermia inadvertida que se asocia a los anestésicos empleados e inclusive al acto quirúrgico.

Los resultados de muchos estudios asociados a cirugía anestésica general reportan que la temperatura central del cuerpo baja velozmente en 1,6°C en promedio en solo una hora de administrada la anestesia e inclusive en la misma inducción.

La Enfermera especialista en Centro quirúrgico debe brindar cuidados especiales al paciente post operado que ingresa a Recuperación hasta restablecer los valores normales de sus funciones vitales, por tanto, el control y monitorización de los mismos debe ser de manera estricta, ya que de ello va a depender la identificación precoz de algún signo que pueda poner en riesgo y complicar el estado del paciente; además debe velar por

su seguridad e integridad; la cual muchas veces se ve amenazada por múltiples factores que podrían prevenirse si se realizan las acciones correctas, ello va a depender del conocimiento y experiencia que tenga.

Entre una de las medidas para prevenir este evento se considera la administración de calor al paciente en la fase pre trans y post operatoria, para mantener la temperatura central de 36°C o superior; disminuyendo la probabilidad de complicaciones asociadas con la hipotermia inadvertida. Se debe considerar que la aplicación de manta térmica es una técnica aparentemente fácil de aplicar, de menor costo y menor tiempo para su empleo; sin embargo, se dice poco acerca de la magnitud de las ventajas que nos podría proporcionar para evitar complicaciones posteriores a la intervención quirúrgica, ya que los factores de riesgo y consecuencias de la hipotermia están definidos en su impacto, inclusive mortal y no se está tomando en cuenta realmente como un problema.

b) Delimitación del tema

El presente estudio será analizado en la situación problemática que se observa en los servicios que brinda el Hospital de Vitarte II Es Salud, Lima específicamente en el Centro Quirúrgico, en pacientes post operados de colecistectomía laparoscópica en el pre trans post operatorio en sala de recuperación con hipotermia asociado a post anestesia, post cirugía, y condiciones medioambientales negativas asociado a presencia o riesgo de provocar enfriamiento del paciente y sobre el uso de técnicas y procedimientos para prevenir las incomodidades y / o complicaciones por la hipotermia y la propuesta de la influencia que tendría el uso de manta térmica superando los efectos de los fármacos anestésicos que lo provocan.

c) Recolección de datos

Se realizó revisión exhaustiva de la base de datos pertinentes y de literatura basada en una búsqueda primaria limitada a artículos publicados restringidos a lenguas inglesa, española y portuguesa, utilizando las palabras clave “hipotermia”, “anestesia”, “complicaciones”, “métodos de calefacción” y “termorregulación” combinados con los navegadores Google Académico que excluye publicaciones no científicas La búsqueda secundaria se realizó utilizando referencias seleccionadas de los artículos encontrados en revistas científicas de indexación que han permitido realizar la criticidad y los fundamentos que argumentan el presente ensayo.

Se contempló el período comprendido entre los años 2009 y 2015 La estrategia de búsqueda se adaptó a cada una de las bases de datos consultadas, MEDLINE, COCHRANE, LILACS y SciELO. Se excluyeron artículos duplicados o con insuficiente información para su valoración. Se identificaron 89 artículos en la búsqueda. Después de cribar los títulos y resúmenes se obtuvieron 34 citas potencialmente elegibles para su inclusión en la revisión, de las cuales se seleccionaron 22.que fueron analizados para el estudio de Ensayo

d) Planteamiento del problema de investigación

El Uso de la Manta Térmica en la exposición a la hipotermia en pacientes Post operados de colecistectomía Laparoscópica mantiene estable la temperatura del paciente con riesgo de Hipotermia asociado a la anestesia y el acto quirúrgico en el Hospital Es Salud II de Vitarte Lima 2018.

e) Objetivos

1. Determinar los beneficios clínicos del uso de manta térmica para normalizar la temperatura frente a la exposición hipotérmica (menos de 36°) del paciente post operado de colecistectomía laparoscópica.
2. Sugerir el uso de la manta térmica para prevenir o tratar la hipotermia post anestésica o acto quirúrgico en el Hospital de Vitarte Es Salud II
3. Mejorar la calidad de atención post operatoria en el Hospital disminuyendo la incomodidad y los riesgos de seguridad y complicaciones en los pacientes post operados en la unidad de recuperación anestésica.

f) Esquema del tema

- A. FISIOLÓGÍA TÉRMICO PERIOPERATORIO**
- B. EFECTOS DE LA ANESTESIA GENERAL**
 1. Primer descenso térmico
 2. Segundo descenso térmico
 3. Constante térmico
- C. EFECTOS DE LA ANESTESIA NEUROAXIAL**
- D. MONITOREO DE TEMPERATURA CORPORAL**
- E. METODOS DE MONITOREO DE TEMPERATURA CORPORAL**
 1. Termocupla y termistores electrónicos.
 2. Termómetros infrarrojos
 3. Termómetros de cristal líquido
- F. ZONAS DE MONITOREO DE TEMPERATURA CORPORAL**
 1. Método estándar (Gold Standard).
 2. Sonda de temperatura nasofaríngea

3. Sondas de temperatura de la membrana timpánica
4. Medición de la temperatura axilar.
5. Temperatura de la superficie de la piel
6. Temperatura rectal.
7. Sondas intravesicales

G. INDICACIONES DE MONITOREO DE TEMPERATURA CORPORAL

1. Detección de hipertermia maligna
2. Diagnosticar estados de hipotermia
3. Detectar sobrecalentamiento
4. Detectar fiebre

H. MONITOREO DE TEMPERATURA CENTRAL EN SEDACIÓN Y ANESTESIA REGIONAL

I. EFECTOS SECUNDARIOS DE HIPOTERMIA PERIOPERATORIA

1. Isquemia miocárdica
2. Trastornos de coagulación sanguínea
3. Infección de la herida operatoria

J. MODIFICACIÓN DE LA FARMACOCINÉTICA Y FARMACODINAMIA ANESTÉSICA

K. LENTITUD EN LA RECUPERACIÓN ANESTÉSICA POSOPERATORIA

L. TEMBLOR Y DISCONFORT POSOPERATORIO

M. MANTENIMIENTO DE NORMOTERMIA PERIOPERATORIA

1. PRECALENTAMIENTO
2. AISLAMIENTO PASIVO
3. MEDIDAS DE CALENTAMIENTO CUTÁNEO ACTIVAS

- a) *Colchón de agua calefaccionada circulante.*
- b) *Aire forzado calefaccionado.*
- c) *Cobertor de agua calefaccionada circulante.*
- d) *Cobertor eléctrico.*
- e) *Calentamiento por fuente radiante.*
- f) *Sistema de control de temperatura corporal servoasistido.*

4. CALENTAMIENTO DE FLUIDOS.

5. CALENTAMIENTO DEL AIRE INSPIRADO.

6. CONTROL DE TEMPERATURA ENDOVASCULAR

7. USO DE LA MANTA TERMICA

g) Desarrollo y argumentación

El uso de manta térmica en la exposición a la hipotermia en pacientes post operados de colecistectomía laparoscópica en el Hospital II Es Salud de Vitarte previene las incomodidades y las complicaciones favoreciendo una recuperación post anestésica saludable contribuyendo a la recuperación post operatoria.

A. FISIOLÓGÍA TÉRMICO PERIOPERATORIO

Una definición fisiológica de hipotermia es el descenso de la temperatura central mayor a un desvío estándar por debajo de la media, en condiciones basales y en un entorno térmico neutro. Sin embargo, resulta más práctico considerar rangos de normalidad en base a criterios clínicos más que fisiológicos (3).

En el hombre la respuesta efectiva a los cambios del contenido de calor corporal depende de factores conductuales y autonómicos,

tales como cambios en el tono vascular en la piel y el músculo, la termogénesis generada por temblor y la sudoración (4).

La “temperatura objetivo” puede definirse como un estrecho rango de temperatura (36.7-37.1 °C para el hombre) en el cual no se detecta ninguna respuesta efectora. Este punto de corte ha sido denominado también “zona de termoneutralidad” o “intervalo interumbral” y es característico de los humanos. Es de 0.4 °C, pero puede aumentar a 4°C durante la anestesia general (5).

Podemos diferenciar dos compartimentos térmicos en el cuerpo humano, un compartimiento central y uno periférico (6).

El compartimiento central está formado por tejidos con elevada perfusión sanguínea y que mantienen una temperatura relativamente constante.

En este compartimiento la distribución del calor se realiza a una velocidad mayor que la de los cambios del contenido de calor habituales en el organismo (6).

El compartimiento periférico se compone anatómicamente por los miembros superiores e inferiores. Los tejidos que lo forman se caracterizan, en contraposición al compartimiento central, por la ausencia de homogeneidad y la variabilidad en el tiempo de la temperatura, la que se encuentra generalmente entre 2 y 4 °C por debajo de la temperatura central en condiciones ambientales de temperaturas moderadas.

Todo o parte del calor generado en el metabolismo corporal debe ser disipado al ambiente para mantener el estado de normotermia. El

95% se elimina por la superficie cutánea y una proporción pequeña, vía respiratoria (7).

El 10% de las pérdidas cutáneas de calor en el adulto se producen por evaporación (en ausencia de sudoración) y ese porcentaje es mayor en niños (especialmente en los pretérminos).

B. EFECTOS DE LA ANESTESIA GENERAL

La anestesia general modifica el intervalo interumbral normal (llevándolo de 0.2 °C a 4 °C) de modo que la respuesta termorreguladora compensatoria al frío se desencadena a los 34-35 °C y la respuesta al calor a los 38 °C. La mayoría de los pacientes sometidos a anestesia general desarrollan hipotermia de modo que la temperatura desciende de 1 a 3 °C, dependiendo del tipo de anestesia y su duración, de la magnitud de la exposición quirúrgica (8) y de la temperatura ambiente (9).

La hipotermia intraoperatoria se desarrolla siguiendo un patrón característico (6).

Durante la primera hora de la intervención la temperatura central disminuye de 1 a 1.5 °C. Después de esta fase inicial experimenta una reducción lenta y lineal que dura aproximadamente dos a tres horas y, por último, el paciente entra en una fase de meseta o *plateau* durante la cual la temperatura permanece constante (10).

1. PRIMER DESCENSO TÉRMICO

Durante la primera fase la redistribución interna del calor corporal está determinada por la vasodilatación inducida por la anestesia general.

Esta vasodilatación se produce debido a la reducción del umbral para la vasoconstricción por inhibición de la termorregulación a nivel central (11, 12).

Además, casi todos los agentes anestésicos inducen vasodilatación periférica directa, que permite el flujo de calor desde el compartimiento central hacia los tejidos de la periferie (13), lo que promueve el flujo de calor desde el compartimiento central hacia el periférico (siguiendo el gradiente de temperatura), llevando a la disminución de la temperatura central (14).

La magnitud de la redistribución depende del contenido inicial de calor corporal del paciente. La temperatura central permanece constante aun frente a aumentos marcados de la temperatura del ambiente (15), pero el contenido total de calor corporal disminuye o aumenta a expensas de la absorción o pérdida de calor por los tejidos periféricos (16).

Debido a que el flujo de calor se produce a expensas de un gradiente de temperatura (desde el compartimiento central al periférico), la magnitud de la redistribución de calor estará limitada por la reducción de este gradiente entre los dos compartimentos (17).

Esto implica que si previo a la inducción anestésica el paciente presenta una temperatura central normal, pero una disminución marcada de la temperatura periférica, la redistribución del flujo generará hipotermia significativa a nivel central.

Por el contrario, si el compartimiento periférico (brazos, piernas, piel) presenta una temperatura cercana a 37 °C previo a la inducción, ésta no determinará caída de la temperatura central. Esto justifica el calentamiento activo de la piel del paciente con mantas térmicas o con aire caliente forzado en el preoperatorio de las grandes cirugías.

Además de la redistribución, la hipotermia central generada en esta primera fase de la anestesia depende de la pérdida sistémica de calor, determinada a su vez por las temperaturas bajas en la sala de operaciones (8, 9, 18) las grandes incisiones quirúrgicas (19) y los líquidos intravenosos fríos.

2. SEGUNDO DESCENSO TÉRMICO

La segunda fase de la curva sigue un trayecto, casi lineal, de lento descenso de la temperatura central, que deriva de un desbalance entre la producción metabólica de calor y la pérdida de este hacia el ambiente, que la excede.

La reducción del metabolismo basal durante la anestesia general alcanza al 15-40% (20, 21).

La pérdida de calor a través de la piel se produce por cuatro mecanismos básicos: radiación, conducción, convección y evaporación. Es en este período en donde tienen mayor efectividad las medidas de aislamiento térmico y calentamiento activo (22, 23).

3. CONSTANTE TERMICO

Consiste en una meseta, donde la temperatura central permanece constante, aun durante cirugías prolongadas. Esta fase puede estar mantenida en forma activa o pasiva.

El mantenimiento pasivo es consecuencia del equilibrio entre las pérdidas y la producción metabólica de calor que se mantienen iguales sin la activación de los mecanismos termoregulatorios.

Este fenómeno es más frecuente en cirugías relativamente cortas en pacientes que son adecuadamente cubiertos con materiales de buena capacidad de aislamiento térmico (24, 25).

Sin embargo, cuando el descenso de temperatura sobrepasa el umbral de los mecanismos de termorregulación la fase de meseta se mantiene activamente a expensas de una vasoconstricción que disminuye la pérdida de calor y altera la distribución de calor corporal, afectando asimismo la eficacia de los métodos de calefaccionamiento (26).

Dichos mecanismos se activan (durante la anestesia general con las dosis habituales de los anestésicos más utilizados) a una temperatura central de 34 °C a 35 °C (27).

C. EFECTOS DE LA ANESTESIA NEUROAXIAL

La anestesia neuroaxial en la redistribución es también causa inicial más significativa de hipotermia. Aunque comparte mecanismos similares con la anestesia general, se presentan diferencias importantes.

Esta técnica anestésica inhibe el control central de la termorregulación, que se manifiesta por una tolerancia anormal a la hipotermia, pero el efecto más importante es el bloqueo simpático y motor periférico que impide la vasoconstricción y el temblor compensatorios.

Un aspecto importante es que, a pesar de que el paciente está despierto, se inhibe la respuesta conductual termorreguladora, pues éste no es capaz de percibir la sensación de enfriamiento acorde a la magnitud de la hipotermia (28).

D. MONITOREO DE TEMPERATURA CORPORAL

La temperatura corporal generalmente se monitoriza durante la anestesia general para detectar Hipertermia Maligna. Sin embargo, actualmente la medición continua de la temperatura central se usa para detectar hipotermia y prevenir el sobrecalentamiento usándose medidas de calefaccionamiento.

La temperatura corporal no es uniforme en todo el organismo, por lo que la temperatura registrada en cada localización tiene diferente significación fisiológica y práctica.

La temperatura del músculo y la de la superficie cutánea es útil en la evaluación del tono vasomotor, mientras que la temperatura cutánea y la central son necesarias para determinar los efectos termorregulatorios de diferentes fármacos anestésicos (5).

E. METODOS DE MONITOREO DE TEMPERATURA CORPORAL

Se dispone de varios métodos para monitorizar la temperatura y como cada uno de ellos posee ventajas y desventajas, al optar por un dispositivo específico se debe considerar las necesidades de cada paciente. Los sistemas más utilizados a nivel mundial son:

- a) **Termocupla y termistores electrónicos.** Estos transforman el voltaje generado por la diferencia de temperatura entre dos metales adyacentes, contenidos en la sonda de medición, en una señal eléctrica cuya intensidad es proporcional a la temperatura del tejido en el que se encuentra la sonda.

Estos dispositivos son sensibles y precisos en un amplio rango de temperaturas, lo que los hace muy adecuados para el uso clínico. Resultan, además, económicos por lo que en muchos países son desechables (5).

- b) **Termómetros infrarrojos.** Son alternativa disponible en el mercado. Estos dispositivos estiman la temperatura de la membrana timpánica a partir de la temperatura del canal auditivo externo, método éste que muchas veces es poco confiable.

También existen dispositivos de este tipo adaptados para medir la temperatura de la piel a nivel de la región frontal.

- c) **Termómetros de cristal líquido** miden la temperatura a nivel de la superficie de la piel, a nivel de la región frontal.

Sin embargo, presentan el inconveniente de que no son precisos cuando se utilizan junto a métodos de calentamiento de superficie activos en el intraoperatorio debido a que el propio

dispositivo también se calienta, sobreestimando el valor de la temperatura central (5).

F. ZONAS DE MONITOREO DE TEMPERATURA CORPORAL

El monitoreo de la temperatura central puede hacerse en distintos sitios del cuerpo y la elección de estos debe basarse en la accesibilidad, la comodidad, la seguridad y la situación clínica.

Las sondas de medición de temperatura central permiten medir la temperatura de la sangre que circula a través de grandes arterias próximas al sitio de colocación.

1. Método estándar (Gold Standard). Se usa para medir la temperatura central; mediante la monitorización térmica en la *arteria pulmonar* con un catéter.

Dado lo invasivo de ese método se utilizan otros sitios con diferente grado de exactitud, pero todos suficientemente precisos: la nasofaringe, el tercio inferior del esófago, la membrana timpánica, el recto o la vejiga.

2. Sonda de temperatura nasofaríngea, Colocada en posición, permite medir la temperatura de la arteria carótida interna adyacente.

Presenta el inconveniente de que puede desplazarse hacia el esófago y se enfría con los gases inspirados, pudiendo subestimar la temperatura del compartimiento central.

Las sondas colocadas en posición en el esófago distal, adyacente al arco aórtico, no presentan este problema. Las que están incorporadas a estetoscopios intraesofágicos pueden

posicionarse en el punto de máxima auscultación de latidos cardíacos (29).

- 3. Sondas de temperatura de la membrana timpánica.** Colocada a través del canal auditivo estiman la temperatura de la carótida interna adyacente.

Son confiables en casos clínicos que implican rápidos y grandes cambios de temperatura, como el *bypass* cardiopulmonar, (5,30).

- 4. Medición de la temperatura axilar.** Adecuada para estimar la temperatura central si se cumplen determinados requisitos: piel seca, brazo del paciente en aducción y colocación de la sonda en la piel inmediatamente próxima a la arteria axilar.

- 5. Temperatura de la superficie de la piel.** Se realiza con sensores de cristal líquido, que se colocan en la frente, detectan cambios de 0,5 °C y, al igual que otros métodos que utilizan la superficie cutánea, son útiles para observar las tendencias de cambio de la temperatura, pero resultan inadecuados en la hipotermia leve o cuando la vasoconstricción intensa de la piel genera gradiente de 2 °C a 3 °C con respecto a la temperatura central.

Cattaneo y col. (31) reporta que éste método, generalmente infraestiman la temperatura central, especialmente en rangos más bajos, debido al descenso del flujo sanguíneo cutáneo por la vasoconstricción termorregulatorios.

Este tipo de monitorización puede retrasar el diagnóstico de Hipertermia Maligna, debido a que la temperatura de la piel

permanece bastante más baja que la temperatura central durante la fase de ascenso de ésta (5).

6. **Temperatura rectal.** Si se correlaciona bien con la temperatura central, ésta no se incrementa adecuadamente durante la Hipertermia Maligna (32), en tanto que la temperatura rectal muestra mayor grado de precisión y exactitud comparado con otros métodos y es el único que sobreestimó la temperatura central en algunos pacientes, lo que puede deberse al efecto de aislación térmica del bolo fecal y a la producción de calor por la flora colónica.
7. **Sondas intravesicales.** Tiene correlación intermedia en esta situación, debido a que la temperatura intravesical es altamente dependiente del flujo urinario, acercándose a la temperatura en la arteria pulmonar, cuando el flujo es alto y a la temperatura rectal cuando el flujo es bajo (33).

G. INDICACIONES DE MONITOREO DE TEMPERATURA CORPORAL

La temperatura corporal debe ser monitorizada en pacientes con procedimientos de cualquier tipo, bajo anestesia general, cuya duración exceda a 30 minutos, y en todo paciente sometido a cirugía de más de 60 minutos independiente de la técnica anestésica empleada (5). Los objetivos principales de la monitorización de la temperatura son:

1. **Detección de Hipertermia Maligna.** A pesar de que el ascenso de la temperatura central no es el primer signo de Hipertermia Maligna, siendo más frecuente la aparición de taquicardia y aumento del *end tidal* de CO₂ como signos precoces, es un elemento certero de ayuda en la confirmación del diagnóstico. (34). Se demostró,

además, disminución de la morbilidad atribuible a esta causa cuando se monitoriza este parámetro en forma adecuada.

- 2. Diagnosticar estados de hipotermia.**
- 3. Detectar sobrecalentamiento** si se usan medidas para calefaccionar al paciente.
- 4. Detectar fiebre** (sea por infección, sangrado del cuarto ventrículo o reacción transfusional).

H. MONITOREO DE TEMPERATURA CENTRAL EN SEDACIÓN Y ANESTESIA REGIONAL

Monitorizar la temperatura corporal se ha utilizado sobre todo en anestesia general con la finalidad de detectar la Hipertermia Maligna. Debido a que la anestesia regional no se asocia a esta complicación y a que se subestima sistemáticamente el grado de hipotermia que puede desarrollarse en procedimientos bajo bloqueo del neuroeje, la temperatura ha sido poco valorada en pacientes en que se aplican estas técnicas (20, 35).

En el estudio de Frank y col. (35) se reporta que solo el 33% de anesthesiólogos en EEUU monitorizaba la temperatura corporal en anestesia regional, a pesar de que el 56% pensaba que debería hacerse como rutina y esto se debía fundamentalmente a subestimación del grado de hipotermia de sus pacientes.

Los anestésicos locales usados en anestesia regional y los fármacos sedantes para anestesia local potenciada no se han vinculado con Hipertermia Maligna; sin embargo, la hipotermia perioperatoria es frecuente y puede llegar a ser tan severa como

durante la anestesia general, lo que justifica monitorizar la temperatura en procedimientos de mediana a larga duración realizados con sedación o anestesia regional.

Un problema que se presenta durante este tipo de anestesia es la dificultad del acceso a zonas habituales de monitorización de la temperatura central cuando el paciente está despierto.

La monitorización con termómetro timpánico es precisa y segura durante la anestesia regional cuando la termocupla se coloca adyacente a la membrana timpánica y se ocluye el conducto auditivo externo con algodón. Sin embargo, la colocación de la sonda de temperatura debe ser cuidadosa y requiere tiempo, por no suele ser óptima en un entorno de sobrecarga asistencial con tiempos acortados (31). La mayoría de los termómetros timpánicos infrarrojos son insuficientemente precisos para uso clínico (36).

En los casos en que sea necesaria la monitorización, generalmente en cualquier cirugía de duración mayor a 30 minutos, puede utilizarse la temperatura timpánica, axilar, rectal, vesical o cutánea con las limitaciones antes referidas para cada técnica.

I. EFECTOS SECUNDARIOS DE HIPOTERMIA PERIOPERATORIA

Exceptuando los casos en que la hipotermia está especialmente indicada se deben realizar todos los esfuerzos para mantener la temperatura central por encima de 36 °C. Ya que la hipotermia leve genera efectos secundarios que se acentúan cuando se alcanzan niveles de hipotermia severos (37).

Se usa la definición de Sessler ([38](#)), al referirse sobre hipotermia leve cuando la temperatura central se encuentra en el rango de 34 °C a 36 °C.

1. ISQUEMIA MIOCÁRDICA

Clásicamente se atribuyó al temblor desencadenado por la hipotermia durante el posoperatorio una mayor incidencia de eventos isquémicos cardíacos.

Si bien hay estudios controvertidos al respecto ([39](#), [40](#)) los resultados del trabajo de Frank y col. (prospectivo y randomizado) demostraron una mayor frecuencia de ocurrencia de eventos cardíacos (angina inestable, paro cardiorrespiratorio, infarto de miocardio y taquicardias ventriculares) en el grupo de pacientes con enfermedad coronaria o de alto riesgo cardiovascular, a una temperatura central promedio de 35.4±0.1°C (6.3% vs 1.4% en el grupo control).

La hipotermia es un predictor independiente de morbilidad cardiovascular, por lo que el mantenimiento de la normotermia durante el perioperatorio se asocia con una reducción del 55% en el riesgo de sufrir eventos cardíacos adversos ([39](#), [40](#)).

Nesher y col ([41](#)) demostraron que la Troponina I presentaba valores más bajos entre los pacientes sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea calentados activamente, concluyendo que el mantenimiento de la normotermia podría disminuir la incidencia de injuria miocárdica isquémica. El

mecanismo último por el cual la hipotermia leve desencadena efectos adversos cardíacos se desconoce.

El aumento de catecolaminas circulantes inducido por el frío, que determina un aumento de la presión arterial sistólica y diastólica, sobre todo en pacientes añosos, podría aumentar la irritabilidad miocárdica y predisponer la aparición de arritmias ventriculares (42).

A favor de esta hipótesis está el hecho de que estas arritmias son más frecuentes en los pacientes hipotérmicos (40).

2. Trastornos de coagulación sanguínea

Los estudios de Shmied y col. (43, 44) primero y, más recientemente, los de Winkler y col. (45), así como la revisión de Rajagopalan (46) muestran que la hipotermia intraoperatoria aumenta el sangrado quirúrgico y el riesgo de transfusiones 16% y 22% respectivamente.

En el estudio de Shmied referido anteriormente, el grupo de pacientes randomizado y asignado a mantener una hipotermia leve durante la cirugía de artroplastia primaria de cadera tuvo un incremento promedio de 500 ml (30%) en el sangrado intraoperatorio, que fue significativamente mayor que en el grupo control normotérmico (43, 44).

Winkler y col. demostraron, que el mantenimiento de la normotermia en forma agresiva en este tipo de cirugía, disminuye el sangrado intraoperatorio en forma significativa (45).

Wong y col. demostraron, por su parte, que el calentamiento activo iniciado en el preoperatorio y mantenido hasta el posoperatorio inmediato disminuía significativamente el sangrado y el número de complicaciones en cirugía mayor abdominal con un mínimo costo adicional (47).

A pesar de que el recuento plaquetario se mantiene inalterado durante la hipotermia leve, existe evidencia de que la funcionalidad plaquetaria se afecta significativamente (48).

El estudio de Cavallini y col. (49) evidenció una disminución significativa en el tiempo de sangría posoperatorio en pacientes hipotérmicos sometidos a cirugía plástica prolongada.

Sin embargo, la coagulopatía inducida por hipotermia se caracteriza por el mantenimiento dentro de valores normales de los tests estándares que se utilizan para monitorizar el estado de la crisis sanguínea, tiempo de protrombina y tiempo de tromboplastina parcial activado, principalmente, debido a que estos se realizan a partir de muestras sanguíneas procesadas a 37 °C (38).

3. INFECCIÓN DE LA HERIDA OPERATORIA

La hipotermia induce vasoconstricción periférica, con la consiguiente disminución en la presión parcial de oxígeno tisular y deterioro de la función inmunitaria, factores que favorecen la infección de la herida en el posoperatorio (50-52).

La incidencia de infección de herida operatoria tiene relación directa con la tensión de oxígeno a nivel subcutáneo en los bordes de la incisión como demuestra Hopf y col. (51).

Existe evidencia de que la inmunidad mediada por anticuerpos producidos por Linfocitos T y la acción bactericida oxidativa inespecífica mediada por neutrófilos se reduce en presencia de hipotermia (53,54).

En humanos, Kurz, Sessler y col. (55) y luego Melling y col. (56) refieren que la disminución de la temperatura central de solo 1.9 °C aumenta la incidencia de infección de la herida operatoria de 6% a 19% en cirugía de colon como en cirugías limpias.

J. MODIFICACIÓN FARMACOCINÉTICA Y FARMACODINAMIA DE ANESTÉSICOS

El metabolismo de los fármacos anestésicos se altera en forma importante en presencia de hipotermia, debido a que las enzimas encargadas de su metabolización son altamente sensibles a los cambios de la temperatura corporal (38).

Se observa que la acción del Vecuronio se prolongaba más del doble del tiempo de relajación en los pacientes asignados al azar a una hipotermia central de 2 °C (57).

Este efecto es consecuencia de una alteración farmacocinética, mientras que la farmacodinamia de esta droga permanece sin cambios durante la hipotermia leve (58).

La duración de acción del Vecuronio en estas condiciones excede la del Pancuronio en pacientes normotérmicos, de modo que los beneficios de este fármaco bajan en si hay hipotermia. (38).

La hipotermia también prolonga la acción del Atracurio, en menor medida que la del Vecuronio. La duración de acción del Atracurio se prolonga un 60% cuando la temperatura central desciende 3 °C (59).

También la farmacocinética del Rocuronio se afecta en similar medida, lo que se ha demostrado en cirugía cardíaca con circulación extracorpórea (60).

La eficacia de la Neostigmina como antagonista del bloqueo neuromuscular inducido por Vecuronio no se altera por la hipotermia leve, aunque el tiempo de inicio de acción se prolonga un 20% (5).

La hipotermia altera también la farmacodinamia de los *anestésicos inhalatorios*, de modo que se encontró reducción de la CAM del 5% por cada grado Celsius de descenso de la temperatura del compartimiento central, por lo que la CAM llega a 0 (ausencia de respuesta al estímulo quirúrgico cuando la concentración alveolar del anestésico inhalatorio es 0) cuando la temperatura corporal se aproxima a 20 °C (61, 62).

La concentración plasmática de Propofol aumenta un 30% cuando la temperatura corporal desciende a 34 °C durante una infusión continua a dosis constante (59). Este fenómeno podría explicarse por una reducción del *espacio libre "central" o "metabólico*, ya que el flujo sanguíneo hepático no se altera (38).

También puede alterarse la farmacocinética de los *opiáceos* de uso anestésico. El Fentanil aumenta un 5% en su concentración plasmática durante la fase de equilibrio por cada grado Celsius de descenso de la temperatura central.

K. LENTITUD EN RECUPERACIÓN ANESTÉSICA POSOPERATORIA

En el estudio de Lenhardt y col. (63) fueron randomizados 150 pacientes adultos, asignándose a mantener la normotermia durante el intraoperatorio o a hipotermia leve (temperatura central 2.5 °C por debajo de la normal) demostró que la hipotermia retrasaba en forma significativa el alta de la sala de recuperación post anestesia (SRPA) a 40 minutos, aun cuando no se considera la temperatura central como criterio de alta.

Cuando la temperatura es 36 °C como criterio agregado para el alta, la diferencia entre los grupos aumenta a 120 minutos.

L. TEMBLOR Y DISCONFORT POSOPERATORIO

El confort térmico se afecta sensiblemente aun con grados leves de hipotermia (64).

Los pacientes señalan, frecuentemente, la sensación de frío intenso como el aspecto más desagradable de su hospitalización e inclusive algunos lo catalogan como una experiencia más desagradable que el propio dolor posoperatorio (38).

Clásicamente el temblor posoperatorio (que se presenta en el 40% de los pacientes operados) se atribuye a factores como el dolor, liberación de reflejos espinales, disminución de la actividad simpática,

liberación de pirógenos, alcalosis respiratoria y, con mayor frecuencia, simplemente una respuesta a la hipotermia intraoperatoria (5).

Sin embargo, la causa del temblor posoperatorio permanece sin aclarar por completo.

Aunque parece existir escasa correlación entre eventos isquémicos miocárdicos perioperatorios y temblor, asociado al aumento de presión intraocular, aumento de presión intracraneana (PIC) y probablemente aumenta el dolor en la herida operatoria por tracción sobre los tejidos, además de que prolonga la estadía en la SRPA (Servicio de recuperación post anestésica). (64).

M. MANTENIMIENTO DE LA NORMOTERMIA PERIOPERATORIA

Dada la dificultad durante la anestesia de aumentar la producción de calor endógeno, el anestesiólogo debe tener como objetivo minimizar la pérdida de calor corporal y optimizar los métodos de calentamiento activo antes y durante la anestesia. Esto implica también lograr que todo el equipo quirúrgico sea consciente y colabore para evitar el desarrollo de hipotermia.

1. PRECALENTAMIENTO

Es el calentamiento cutáneo previo a la inducción de la anestesia. Tiene poco efecto sobre la temperatura central, debido a que la termorregulación se encuentra intacta en esta etapa (65), pero reduce eficazmente el gradiente normal centro-periferia al aumentar el contenido de calor en este último.

Como consecuencia, la inducción anestésica producirá una menor redistribución del calor y amortiguará la hipotermia debido a

que el flujo de calor depende de la magnitud de este gradiente (65-67).

El precalentamiento con aire circulante calefaccionado durante una a dos horas, previo a la inducción anestésica, reduce la hipotermia por redistribución en voluntarios sanos y en pacientes quirúrgicos sometidos a anestesia general (17, 68) y también en la anestesia peridural (69,70).

El estudio de Bock y col. indica que esta medida reduce las pérdidas sanguíneas y la necesidad de transfusiones, acorta el tiempo de estadía en el SRPA y reduce un 24% costos durante el perioperatorio (71), por lo que el método debería incorporarse a la práctica anestésica iniciando el calentamiento cutáneo activo tan pronto como el paciente ingresa al block quirúrgico y manteniéndolo hasta que es transferido a la sala de operaciones (5).

Se ha demostrado la factibilidad de esta práctica en el área de antesala a sala de operaciones en todo paciente y elevada eficacia aun durante cortos períodos de tiempo (72).

Ventajas adicionales son la mejoría del confort del paciente y la vasodilatación que facilita la inserción de catéteres venosos y arteriales (5).

2. AISLAMIENTO PASIVO

La temperatura de la sala de operaciones es factor crítico en la pérdida de calor corporal desde la piel y a través de la incisión quirúrgica, por lo que, teóricamente, el aumento de la temperatura de la sala podría disminuir al mínimo estas pérdidas.

Sin embargo, temperaturas por encima de 23 °C, requeridas para mantener la normotermia, son consideradas poco confortables para el equipo quirúrgico y pueden deteriorar el desempeño del personal de salas de operaciones (5).

El aislamiento pasivo (mediante cobertores, algodón laminado en miembros o en la zona de cabeza y cuello) reduce la pérdida cutánea de calor sin afectar el confort del cirujano.

En el estudio de Sesler y col. (24) se evaluaron distintos tipos de aisladores pasivos, entre ellos bolsas plásticas, frazadas de algodón, campos quirúrgicos de papel, de tela y un cobertor con superficie reflectora de calor y se comprobó que todos eran eficaces para reducir la pérdida de calor en 30%, aunque no evitaban la hipotermia cuando se utilizaban como medida aislada.

3. MEDIDAS DE CALENTAMIENTO CUTÁNEO ACTIVAS

Aislamiento pasivo como método único raramente es suficiente para mantener la normotermia en pacientes sometidos a grandes cirugías requiriéndose métodos de calentamiento activo (19, 7376).

La magnitud de calor transferida con los sistemas de calentamiento activo es directamente proporcional al área de superficie cubierta, por lo que la inclusión de una extensión mayor de piel incrementará linealmente la eficacia de cualquier sistema (38).

a) **Colchón de agua calefaccionada circulante.** Es un método clásico de calefacción intraoperatorio y fue usado por décadas.

Su eficacia está limitada porque el área de piel del dorso del paciente (que entra en contacto con el colchón) es pequeña en relación a la superficie corporal total. Además, la mayoría de las mesas quirúrgicas están cubiertas, en el sector de apoyo del paciente, por una placa de aproximadamente cinco centímetros de espesor de espuma de poliuretano o material plástico similar, lo que actúa como un muy buen aislante térmico, por lo que el 90% del calor corporal disipado se pierde a través de la superficie anterior del cuerpo (22).

A estos inconvenientes se asocia que existe reducción del flujo sanguíneo en los capilares dependientes de la piel del dorso, estos quedan colapsados por el propio peso del paciente limitando la transferencia de calor desde la periferia a los tejidos centrales. Incluso aunque fuera posible lograr una buena transferencia de calor a través del sector posterior del cuerpo no alcanzaría para compensar las grandes pérdidas de calor en el sector anterior, y este método no es suficiente cuando se usa de manera aislada para mantener la normotermia en grandes cirugías (22, 77, 78).

El riesgo de estos dispositivos es que si se utiliza a más de 38 °C tiene riesgo de generar quemaduras o necrosis por presión y calor (79).

Colchón de agua calefaccionada es más efectivo y más seguro cuando se coloca sobre el paciente, en lugar de debajo de él, en caso de que el tipo de cirugía lo permita. En esa posición este dispositivo puede neutralizar casi completamente las pérdidas cutáneas de calor por lo que la producción de calor por el metabolismo endógeno incrementará la temperatura corporal media 1 °C/h (80).

- b) **Aire forzado calefaccionado.** Son sistemas más usados actualmente; ejercen acción mediante dos mecanismos principales: bloqueo de las pérdidas por radiación y calefaccionamiento por convección.

Las pérdidas de calor radiantes son generalmente la principal fuente de pérdida de calor durante el intraoperatorio y resultan de la transferencia de calor mediada por fotones entre dos superficies no adyacentes. Una superficie es la piel y la otra es habitualmente el techo y las paredes de la sala de operaciones. El aire forzado reduce las pérdidas de calor al sustituir las superficies frías de la sala por una capa de aire caliente (38).

Este dispositivo generalmente mantiene la normotermia aun durante las cirugías mayores (81, 82).

- c) **Cobertor de agua calefaccionada circulante.** Este dispositivo, originalmente desarrollado por la empresa Allon, MTRE, Advanced Technologies de Israel, consiste en un sistema de calefaccionamiento de agua que la hace circular a través de un

cobertor especial de diseño integral, que envuelve al paciente en su superficie anterior y posterior. Utiliza además un sistema servoasistido electrónico de control para ajustar la temperatura del agua circulante, que se modifica de acuerdo a un algoritmo interno, de modo que se adecue al estado térmico del paciente en cada momento (83).

El sistema de tres elementos utiliza un sensor de temperatura, una bomba de calefacción y un cobertor especialmente diseñado, que actúa como un mameluco aplicado sobre el cuerpo y adherido con cierres velcro a través del cual circula agua calefaccionada (83).

El cobertor tiene diseño modular, permitiendo la exposición de las regiones corporales que se requieran durante procedimientos quirúrgicos específicos, dejando el resto del cuerpo cubierto. Está diseñado como un envoltorio en dos dimensiones, asumiendo una conformación tridimensional cuando se aplica alrededor del paciente cubriendo una superficie de piel mayor que la de un cobertor de aire calefaccionado. Este sistema posee una eficacia similar e incluso mayor al cobertor de aire forzado (83, 84), pero es, sin embargo, mucho más costoso.

- d) **Cobertor eléctrico.** Estos dispositivos están alimentados por una fuente de energía eléctrica que es transformada a una corriente continua de 15 V y poseen aislamiento completo. Consisten en seis segmentos que se conectan a un único

dispositivo de control. Cada segmento está formado por un tejido especialmente diseñado de fibra de carbono semiconductor y se adhiere a la piel de cada segmento corporal envolviéndolo por completo, con excepción única del sector que incluye el campo operatorio. Una ventaja de este sistema, que utiliza segmentos independientes, es que tiene la flexibilidad de cubrir grandes superficies de piel, lo que los hace útiles en cirugías que requieren posiciones donde es difícil aplicar otros dispositivos (litotomía, ginecológica, etcétera).

Estas características le permiten cubrir amplias superficies cutáneas y transferirá una mayor cantidad de calor a temperaturas más bajas (y por lo tanto más seguras) (77). Su eficacia es comparable a la de los dispositivos de aire forzado calefaccionado (85), aunque también son de mayor costo.

- e) **Calentamiento por fuente radiante.** Consiste en lámparas incandescentes especiales para generar radiación infrarroja.

El calor llega a la piel del paciente en forma de energía transportada por fotones y no depende de la interposición del aire.

La ventaja mayor radica en que no requieren contacto directo con el paciente, por lo que es el método de calefacción de elección en cuidados intensivos neonatales, donde la visibilidad del neonato es un factor crítico.

En cirugía pediátrica, el calentamiento por fuente radiante puede ser una alternativa eficaz al mantenimiento de

una elevada temperatura ambiente y también son especialmente útiles durante la reanimación de pacientes politraumatizados. Su mayor limitación es que las pérdidas de calor por convección continúan inalteradas, por lo que son poco efectivos en sala de operaciones.

f) ***Sistema de control de temperatura corporal servoasistido.***

Es un dispositivo servoregulado que funciona haciendo circular un compuesto que contiene agua a través de almohadillas que se adhieren a la piel del paciente, combinado con un método convencional de monitorización de la temperatura corporal. Estas almohadillas de transferencia de energía incorporan un material hidrogel biocompatible y con elevada conductividad térmica (conteniendo 50% de agua) que se adhiere estrechamente a la piel del paciente (86).

El sistema consta, además, de un microprocesador que utiliza como entrada la temperatura corporal del paciente, regulando en forma continua y servocontrolada la cantidad de calor transferida a la almohadilla.

En el estudio de Grocott y col. (86) este dispositivo fue más efectivo en prevenir la hipotermia en pacientes sometidos a cirugía cardíaca sin circulación extracorpórea, comparado con el método convencional (cobertor de aire forzado calefaccionado combinado con calentamiento de fluidos a infundir y aumento de la temperatura de la sala de operaciones).

4. CALENTAMIENTO DE FLUIDOS.

Se ha estimado que la temperatura corporal media desciende 0,25 °C por cada litro de solución coloide o cristaloides administrada a temperatura ambiente en los adultos, y en una magnitud similar por cada unidad de derivado sanguíneo refrigerado (87).

Existen múltiples dispositivos de calefacción de fluidos disponibles que, aunque no son usados en forma rutinaria, resultan fundamentales en cirugías con una alta tasa de recambio de fluidos (trasplante hepático, grandes quemados, reconstrucciones craneofaciales, etcétera).

Estos dispositivos evitan el enfriamiento durante la infusión de líquidos fríos, pero no son demasiado efectivos para calentar al paciente una vez que desarrolló hipotermia. Por ello hay que utilizarlos desde el inicio de la cirugía cuando se prevé el desarrollo de ésta y la reposición importante de volumen. Por este motivo, el calentamiento de fluidos no es un sustituto, sino un complemento de otras medidas de calentamiento cutáneo activo (38).

Hasankhani y col. demostraron una menor incidencia de efectos cardiovasculares adversos y de temblor posoperatorio en pacientes en los cuales se aplicó este método de calefacción (88).

Las diferencias entre los diversos sistemas no son clínicamente importantes, por lo que cada centro debe evaluar la disponibilidad y practicidad para elegir el más adecuado. Para procedimientos con riesgo de sangrados masivos –como la cirugía

de trasplante hepático, cirugía cardíaca, cirugía de aneurisma intracraneano— es necesario asociar al calentador de fluidos un sistema de infusión rápida. Los diferentes sistemas permiten administrar entre 500 ml y 1 litro de cristaloides, coloides y/o hemoderivados a 37 °C en un minuto (38).

5. CALENTAMIENTO DEL AIRE INSPIRADO.

Debido a que solo el 10% de las pérdidas corporales de calor se producen por el sistema respiratorio este método de calefacción es relativamente inefectivo para mantener la normotermia (7).

6. CONTROL DE TEMPERATURA ENDOVASCULAR

Este sistema, complejo y costoso, combina un catéter venoso central intercambiador de calor con un dispositivo de control que incluye un microprocesador. Se utiliza en la actualidad como un sistema integral de control de la temperatura corporal que permite inducir hipotermia terapéutica, y luego recalentar al paciente rápidamente (89).

El catéter se coloca por la vena femoral y se posiciona en la cava inferior, con su extremo distal justo por debajo del diafragma. A través del circuito cerrado formado por el catéter y un contenedor dentro del dispositivo de control, circula suero fisiológico que se calienta o enfría a una temperatura muy precisa regulada por el microprocesador.

Este sistema demostró ser efectivo en animales y en pacientes neuroquirúrgicos, cuando es necesario inducir hipotermia

intraoperatoria en forma rápida para neuroprotección, antes de la apertura de la duramadre y recalentar al paciente también rápidamente, para acortar el tiempo de extubación (89).

7. USO DE MANTAS TERMICAS

Las mantas térmicas son equipos eléctricos que brindan calor y confort a pacientes post operados. El calentamiento de aire forzado es estándar internacional para alcanzar la normotermia perioperatoria en el quirófano. Las unidades de calentamiento por aire forzado calientan a los pacientes convectivamente e incrementa el riesgo de infección de la herida operatoria (90).

El aire filtrado es calentado por medio de un calentador eléctrico y dirigido hacia la manguera flexible que conecta al ventilador con la manta. Un sensor remoto ubicado a la entrada de la manguera monitorea la temperatura del aire que está siendo dirigido hacia el paciente. Cuando la temperatura del aire ambiental alcanza su punto establecido, un termostato apaga el calentador, con el fin de evitar que se produzcan lesiones térmicas en el usuario. El material de la manta, es no inflamable y libre de látex. (90)

Su uso data desde hace más de 25 años, y ha mantenido la normotermia segura y eficaz en más de 165 millones de pacientes quirúrgicos en todo el mundo. Esta tecnología se ha investigado extensamente, con más de 100 estudios publicados que demuestran las ventajas clínicas del calentamiento por aire forzado y del mantenimiento de la normotermia.

El calentamiento por aire forzado resulta económico y fácil de usar y todo paciente quirúrgico puede disfrutar de su comodidad y de sus ventajas clínicas. Si se compara el bajo costo del calentamiento por aire forzado con el gasto aproximado por paciente que genera el tratamiento de las complicaciones de la hipotermia, es lógico sus beneficios porque, las mantas térmicas están diseñadas para proporcionar calentamiento seguro y eficaz permitiendo seleccionarse hasta 3 niveles de temperatura (32°C, 38°C y 43°C). (90). Su uso data desde hace más de 25 años

La respuesta fisiológica del cuerpo a la anestesia pone prácticamente a todos los pacientes quirúrgicos anestesiados en riesgo de sufrir hipotermia, sea cual sea su edad, sexo o estado físico. Las investigaciones demuestran que la temperatura corporal central disminuye rápidamente (hasta 1,6°C solo en la primera hora) tras la inducción de la anestesia.

Desafortunadamente, la hipotermia no advertida es la complicación más costosa y demasiado común de la cirugía, incluso se correlaciona con elevada tasa de mortalidad, estancia hospitalaria más larga y mayor riesgo de infección de la herida operatorio sin considerar el discomfort en el paciente y familiares.

Los estudios indican que mantener la temperatura central de los pacientes alrededor de los 36,0°C ayuda a mejorar los resultados de la intervención reduciendo la frecuencia de complicaciones asociadas con la hipotermia no inadvertida. Reiterándose que el

calentamiento por aire forzado ofrece un método seguro, sencillo y económico para prevenir la y sus complicaciones. (90).

Se recomienda el uso de la unidad de calentamiento 3M Bair Hugger, porque es pequeña, liviana y fácil de utilizar.

Entre las ventajas de las mantas térmicas tenemos:

- a) El exclusivo diseño de las mantas térmicas facilita un acceso completo y sin restricciones y una colocación flexible para prácticamente cualquier procedimiento.
- b) Los exclusivos agujeros de drenaje minimizan la acumulación de fluidos y los puntos de presión natural del paciente comprimen la manta, de modo que se impide que el aire caliente alcance tejido potencialmente isquémico. Las perforaciones homogéneas garantizan un calentamiento convectivo uniforme. (90).

h) Conclusiones

- 1) Si el compartimiento periférico (brazos, piernas, piel) presenta una temperatura corporal normal es de vital importancia cuando los pacientes son sometidos a procedimientos quirúrgicos cuando se asocia con hipotermia no inducida producida por las técnicas anestésicas, procedimientos quirúrgicos y temperatura ambiente de los quirófanos que modifican los mecanismos de termorregulación fisiológica del cuerpo.
- 2) La redistribución del calor desde el compartimento central al periférico es la principal causa de hipotermia durante la primera hora de anestesia general y neuroaxial. Puede minimizarse con el calentamiento activo

previo a la inducción anestésica. Los sistemas de aire forzado y los eléctricos son las opciones más efectivas para el calentamiento y mantenimiento de la normotermia.

- 3) La hipotermia post operatoria es complicación frecuente y habitual, a veces inadvertida en el paciente quirúrgico que aumenta significativamente los efectos adversos cardiovasculares, infección de la herida quirúrgica sangrado intraoperatorio por trastornos en el sistema inmunológico, coagulación, etc. que se asocia con mayor estadía en sala de recuperación posoperatoria y hospitalaria, mayor uso de recursos (antibióticos, día de internación, etcétera), por ende aumento de los costos sanitarios y mejora el confort del paciente.
- 4) El monitoreo de la temperatura durante la cirugía y el mantenimiento de la normotermia son actividades indispensables e imprescindible.
- 5) La temperatura cercana a 37 °C previo a la inducción, no determina caída de la temperatura central. Esto justifica el calentamiento activo de la piel del paciente con mantas térmicas o con aire caliente forzado en el preoperatorio de las grandes cirugías.
- 6) El método que ha demostrado mayor efectividad para prevenir la hipotermia perioperatoria es el calentamiento activo desde el preoperatorio inmediato conjuntamente con medidas de temperatura del ambiente, calentamiento de fluidos intravenosos y calentamiento cutáneo activo.
- 7) Calentar a los pacientes que se someten a procedimientos quirúrgicos complejos es importante, pero no debe ser complicado, para ofrecer atención óptima, al mantener la normotermia.

- 8) El uso de manta térmica demuestra solución flexible para cubrir la gestión de temperatura del paciente para ayudarlo a alcanzar la normotermia sin comprometer el acceso quirúrgico, de pediátricos a geriátricos y sobre todo a los sometidos a cirugía abdominal
- 9) El uso de manta térmica mejora el confort del paciente, evita la aparición de escalofríos, disminuye las complicaciones importantes que derivan de la hipotermia a nivel cardiovascular, coagulación y y disminuye el tiempo de estancia en reanimación, lo que recorta el coste del proceso.
- 10) La característica muy especial de las mantas térmicas es que reúnen el calor que producen en la superficie de contacto con el cuerpo del paciente tratado con ella, al tiempo que evitan la excesiva pérdida de calor por efecto de las condiciones ambientales.
- 11) Existen dos tipos de mantas: Mantas “envolventes” o cerradas, que se usan en tratamientos especializado y que requieren de un control integral del calor y las Mantas “para cubrir” o abiertas, que son un tipo de manta básica que se utiliza para tratamientos de confort; o para tratamientos que requieren de la aplicación de calor, aunque no necesariamente en toda la superficie corporal.
- 12) Para mantener la normotermia intraoperatoria por cada litro de fluidos administrados a temperatura ambiente disminuye aproximadamente la temperatura corporal 0,25 °C en adultos. El calentamiento de líquidos por vía iv debe aplicarse como complemento cuando es de gran volumen al calentamiento corporal activo. No es posible calentar a los pacientes sólo con la administración de fluidos calientes.

13) Con aislamiento térmico con mantas de algodón estándar hospitalaria se mejora la comodidad térmica del paciente post operado mediato.

III. BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gutiérrez S, Baptista W. Hipotermia postoperatoria inadvertida en el Hospital de Clínicas “Dr. Manuel Quintela”. *Anest Analg Reanim* 2006;21(2):4-8.
- Rando K. Resumen O-59. 15ª Sociedad Internacional Anual de Trasplante de Hígado; 2009 8-11 de julio; Nueva York, Estados Unidos.
- Bligh J, Johnson KG. Glosario de términos para fisiología térmica. *J Appl Physiol*. 1973; 35 (6): 941-61.
- Lindahl SG. Sintiendo frío y produciendo calor. *Anestesiología* 1997; 86 (4): 758-9.
- Sessler DI. Monitoreo de temperatura. En: Miller RD. *Anestesia* 4a ed. Nueva York: Churchill Livingstone; 2004. p. 1363-82.
- Sessler DI. Balance de calor perioperatorio. *Anestesiología* 2000; 92 (2): 578-96.

- Bickler P, Sessler DI. Eficiencia de los intercambiadores de calor y humedad de las vías respiratorias en humanos anestesiados. *Anesth Analg.* 1990; 71 (4): 415-8.
- Morris RH. Influencia de la temperatura ambiente sobre la temperatura del paciente durante la cirugía intraabdominal. *Ann Surg.* 1971; 173 (2): 230-3.
- Morris RH. Temperatura de la sala de operaciones y el paciente parálítico anestesiado. *Cirugía.* 1971; 102 (2): 95-7.
- Matsukawa T, Sessler DI, Sessler AM, Schroeder M, Ozaki M, Kurz A et al. Flujo de calor y distribución durante la inducción de anestesia general. *Anestesiología* 1995; 82 (3): 662-73.
- Xiong J, Kurz A, Sessler DI, Plattner O, Christensen R, Dechert M et al. El isoflurano produce disminuciones marcadas y no lineales en los umbrales de vasoconstricción y temblor. *Anestesiología* 1996; 85 (2): 240-5]
- Matsukawa T, Kurz A, Sessler DI, Bjorksten AR, Merrifield B, Cheng C. El propofol reduce linealmente la vasoconstricción y los umbrales de temblor. *Anestesiología* 1995; 82 (5): 1169-80.
- Weiskopf RB. Efectos cardiovasculares del desflurano en animales de experimentación y voluntarios. *Anestesia.* 1995; 50 (1): S14-7.
- Hall GM. Temperatura corporal y anestesia. *Fr. J Anaesth.* 1978; 50 (1): 39 - 44
- Rowell LB, Brengelmann GL, Murray JA. Respuestas cardiovasculares a la temperatura alta y sostenida de la piel en el hombre en reposo. *J Appl Physiol.* 1969; 27 (5): 673-80
- Sessler DI, Schroeder M, Merrifield B, Matsukawa T, Cheng C. Duración óptima y temperatura de precalentamiento. *Anestesiología* 1995; 82 (3): 674-81.

- Hynson JM, Sessler DI, Moayeri A, McGuire JP, Schroeder. Los efectos del calentamiento previo a la inducción sobre la temperatura y la presión arterial durante la anestesia con propofol / óxido nitroso. *Anesthesiología* 1993; 79 (2): 219- 28.
- Morris RH, Wilkey BR. Los efectos de la temperatura ambiente sobre la temperatura del paciente durante la cirugía no implican cavidades corporales. *Anesthesiología* 1970; 32 (2): 102-7.
- Roe CF. Efecto de la exposición intestinal sobre la temperatura corporal durante las operaciones quirúrgicas. *Soy J Surg.* 1971; 122 (1): 13-5
- Matsukawa T, Sessler DI, Sessler, AM, Schroeder M, Ozaki M, Kurz A et al. Flujo de calor y distribución durante la inducción de anestesia general. *Scott Anesthesiología* 1995; 82 (5): 662-73.
- Stevens WC, Cromwell TH, Halsey MJ, Eger EI 2nd, Shakespeare TF, Bahlman SH. Los efectos cardiovasculares de un nuevo anestésico por inhalación, Forane, en voluntarios humanos con tensión arterial constante de dióxido de carbono. *Anesthesiología* 1971; 35 (1): 8-16.
- Hynson JM, Sessler DI. Terapias de calentamiento intraoperatorio: una comparación de tres dispositivos. *J Clin Anesth.* 1992; 4 (3): 194-9.
- Inglés MJ, Farmer C, WA. Pérdida de calor en voluntarios expuestos. *J Trauma.* 1990; 30 (4): 422-5.
- Sessler DI, McGuire J, Sessler AM. Aislamiento térmico perioperatorio. *Anesthesiología* 1991; 74 (5): 875-9.
- Sessler DI, Schroeder M. Pérdida de calor en humanos cubiertos con mantas de algodón para hospitales. *Anesth Analg.* 1993; 77 (1): 73-7.

- Kurz A, Sessler DI, Birnbauer F, Illievich U, Spiss CK. La vasoconstricción termorreguladora perjudica el enfriamiento activo del núcleo. *Anestesiología* 1995; 82 (4): 870-6
- Sessler DI, McGuire J, Hynson J, Moayeri A, Heier T. La vasoconstricción termorreguladora durante la anestesia con isoflurano disminuye mínimamente la pérdida de calor cutánea. *Anestesiología* 1992; 76 (5): 670-5.
- Sessler DI, Ponte J. Temblando durante la anestesia epidural. *Anestesiología* 1990; 72 (5): 816-21.
- Kaufman RD. Relationship between esophageal temperature gradient and heart and lung sounds heard by esophageal stethoscope. *Anesth Analg.* 1987;66(10):1046 - 8.
- Grigore AM, Murray CF, Ramakrishna H, Djaiani G. Una revisión central de los regímenes de temperatura y neuroprotección durante el bypass cardiopulmonar:
¿importa la tasa de recalentamiento? *Anesth Analg.* 2009;109 (6): 1741-51.
- Cattaneo CG, Frank SM, Hesel TK, El-Rahmany HK, Kim LJ, Tran KM. La precisión y precisión de la monitorización de la temperatura corporal.
- Buck SH, Zaritsky AI. Hipertermia central oculta que complica el shock cardiogénico. *Pediatría.* 1989; 83 (5): 782-4.
- Miyazaki, H, Sato, M. El calentador de aire forzado no aumentó el riesgo de contaminación causada por la interferencia del flujo de aire limpio. *Anestesiología* 2007; 107: A1594.

- Horrow JC, Rosenberg H. ¿La temperatura del catéter urinario refleja la temperatura central durante la cirugía cardíaca? *Anesthesiología* 1988; 69 (6): 986-9.
- Frank SM, Nguyen JM, García C, Barnes RA. Prácticas de monitoreo de temperatura durante la anestesia regional. *Anesth Analg.* 1999; 88 (2): 373-7.
- Arkilic CF, Akca O, Taguchi A, Sessler DI, Kurz A. Monitoreo y manejo de la temperatura durante la anestesia neuroaxial: un estudio observacional. *Anesth Analg.* 2000; 91 (3): 662-6.
- Scott EM, Buckland R. Una revisión sistemática del calentamiento intraoperatorio para prevenir complicaciones postoperatorias. *AORN J.* 2006; 83 (5): 1090-104.
- Sessler DI. Complicaciones y tratamiento de la hipotermia leve. *Anesthesiología* 2001; 95 (2): 531-43.
- Frank SM, Beattie C, Christopherson R, Norris EJ, Perler BA, Williams GM, et al. La hipotermia no intencional se asocia con isquemia miocárdica postoperatoria. El grupo de estudio de ensayo de anestesia aleatoria de isquemia perioperatoria. *Anesthesiología* 1993; 78 (3): 468-76.
- Frank SM, Fleisher LA, Breslow MJ. El mantenimiento perioperatorio de la normotermia reduce la incidencia de eventos cardíacos mórbidos: un ensayo clínico aleatorizado. *JAMA* 1997; 277 (14): 1127-34.
- Nesher N, Zisman E, Wolf T. La termorregulación estricta atenúa la lesión miocárdica durante la cirugía de derivación de la arteria coronaria como se refleja en los niveles reducidos de troponina específica del corazón I. *Anesth Analg.* 2003; 96 (2): 328-35.

- Frank SM, Higgins MS, Breslow MJ, Fleisher LA, Gorman RB, Sitzmann JV, et al. La catecolamina, el cortisol y las respuestas hemodinámicas a la hipotermia perioperatoria leve. Un ensayo clínico aleatorizado. *Anestesiología* 1995; 82 (1): 83- 93.
- Schmied H, Kurz A, Sessler D, Kozek S, Reiter A. La hipotermia leve aumenta la pérdida de sangre y los requisitos de transfusión durante la artroplastia total de cadera. *Lanceta*. 1996; 347 (8997): 289-92.
- Schmied H, Schiferer A, Sessler DI, Meznik C. Los efectos de la eliminación de glóbulos rojos, la hemodilución y el calentamiento activo sobre el requerimiento de sangre alogénica en pacientes sometidos a artroplastia de cadera o rodilla. *Anesth Analg*. 1998; 86 (2): 387-91.
- Winkler M, Akca O, Birkenberg B, Hetz H, Scheck T, Arkilic CF et al. El calentamiento agresivo reduce la pérdida de sangre durante la artroplastia de cadera. *Anesth Analg*. 2000; 91 (4): 978-84.
- Rajagopalan S, Mascha E, Na J, Sessler DI. Los efectos de la hipotermia perioperatoria leve en la pérdida de sangre y la necesidad de transfusión. *Anestesiología* 2008; 108 (1): 71-7.
- Wong PF, Kumar S, Bohra A, Whetter D, Leaper DJ. Ensayo clínico aleatorizado de calentamiento sistémico perioperatorio en cirugía abdominal electiva mayor. *Fr. J Surg*. 2007; 94 (4): 421-6.
- Valeri CR, Cassidy G, Khuri S, Feingold H, Ragno G, Altschule MD. Disfunción plaquetaria reversible inducida por hipotermia. *Ann Surg*. 1987; 205 (2): 175-81.

- Cavallini M, Baruffaldi, Preis FW, Casati A. Efectos de la hipotermia leve en la coagulación de la sangre en pacientes sometidos a cirugía plástica electiva. *Plast Reconstr Surg.* 2005; 116 (1): 316-21.
- Sessler DI, Olofsson CI, Rubinstein EH, Beebe JJ. El umbral termorregulador en humanos durante la anestesia con halotano. *Anestesiología* 1988; 68 (6): 836- 42.
- Hopf HV, Hunt TK, West JM. La tensión de oxígeno en el tejido de la herida predice el riesgo de infección de la herida en pacientes quirúrgicos. *Arch Surg.* 1997; 132 (9): 997-1004.
- Sessler DI, Olofsson CI, Rubinstein EH. El umbral termorregulador en humanos durante la anestesia con óxido nitroso-fentanilo. *Anestesiología* 1988; 69 (3): 357- 64
- Wenisch C, Narzt E, Sessler DI, Parschalk B, Lenhardt R, Kurz A, et al. La hipotermia intraoperatoria leve reduce la producción de intermediarios reactivos de oxígeno por los leucocitos polimorfonucleares. *Anesth Analg.* 1996; 82 (4): 810-6.
- Beilin B, Shavit Y, Razumovsky J, Wolloch Y, Zeidel A, Bessler H. Efectos de la hipotermia perioperatoria leve en las respuestas inmunes celulares. *Anestesiología* 1998; 89 (5): 1133-40.
- Kurz A, Sessler DI, Lenhardt R. Estudio de infecciones de heridas y grupo de temperatura: normotermia perioperatoria para reducir la incidencia de infecciones de heridas quirúrgicas y acortar la hospitalización. *N Engl J Med.* 1996; 334 (19): 1209-15.

- Melling AC, Ali B, Scott EM, Leaper DJ. Efectos del calentamiento preoperatorio sobre la incidencia de infección de la herida después de una cirugía limpia: un ensayo controlado aleatorio. *Lanceta*. 2001;358(4):876-80.
- Heier T, Caldwell JE, Sessler DI, Miller RD. La hipotermia intraoperatoria leve aumenta la duración de la acción y la recuperación espontánea del bloqueo de vecuronio durante la anestesia con óxido nitroso-isoflurano en humanos. *Anesthesiología* 1991; 74 (5): 815-9.
- Heier T, Caldwell JE, Sharma ML, Gruenke LD, Miller RD. La hipotermia intraoperatoria leve no cambia la farmacodinámica (relación concentración-efecto) del vecuronio en humanos. *Anesth Analg*. 1994; 78 (5): 973-7
- Leslie K, Sessler DI, Bjorksten AR, Moayeri A. La hipotermia leve altera la farmacocinética del propofol y aumenta la duración de la acción del atracurio. *Anesth Analg*. 1995; 80 (5): 1007-14.
- Smeulers NJ, Wierda JM, van den Broek L, Gallandat Huet RC, Hennis PJ. Efectos del bypass cardiopulmonar hipotérmico sobre la farmacodinámica y farmacocinética del rocuronio. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 1995; 9 (6): 700-5.
- Eger EI, 2º, Johnson BH. MAC de I-653 en ratas, incluida una prueba del efecto de la temperatura corporal y la duración de la anestesia. *Anesth Analg*. 1987; 66 (10): 974-6.
- Antognini JF. La hipotermia elimina los requerimientos de isoflurano a 20 °C. *Anesthesiología* 1993; 78 (6): 1152-6.

- Lenhardt R, Marker E, Goll V, Tschernich H, Kurz A, Sessler DI et al. La hipotermia intraoperatoria leve prolonga la recuperación postoperatoria. *Anestesiología* 1997; 87 (6): 1318-23.
- Kurz A, Sessler DI, Narzt E, Bekar A, Lenhardt R, Huemer G et al. Consecuencias hemodinámicas y termorreguladoras postoperatorias de la hipotermia central intraoperatoria. *J Clin Anesth.* 1995; 7 (5): 359-66.
- Cheng C, Matsukawa T, Sessler DI, Kurz A, Merrifield B, Lin H et al. El aumento de la temperatura media de la piel reduce linealmente los umbrales de temperatura central para vasoconstricción y temblores en humanos. *Anestesiología* 1995; 82 (5): 1160-8.
- Lopez M, Sessler DI, Walter K. La tasa y la dependencia de género de los umbrales de sudoración, vasoconstricción y escalofríos en humanos. *Anestesiología* 1994; 80 (4): 780-8.
- Wyss CR, Brengelmann GL, Johnson JM, Rowell LB, Silverstein D. Control alterado del flujo sanguíneo de la piel a altas temperaturas de la piel y del núcleo. *J Appl Physiol.* 1975; 38 (5): 839-45.
- Just B, Treivien V, Delva E, Lienhart. Prevención de la hipotermia intraoperatoria por calentamiento preoperatorio de la superficie de la piel. *Anestesiología* 1993; 79 (2): 214-8.
- Glosten B, Hynson J, Sessler DI, McGuire J. El calentamiento preanestésico de la superficie de la piel reduce la hipotermia de redistribución causada por el bloqueo epidural. *Anesth Analg.* 1993; 77 (3): 488-93.
- Horn EP, Schroeder F, Gottschalk A, Sessler DI, Hiltmeyer N, Standl T et al. Calentamiento activo durante el parto por cesárea. *Anesth Analg.* 2002; 94 (2): 409- 14.

- Bock M, Muller J, Bach A, Bohrer H, Martin E, Motsch J. Efectos de la preinducción y el calentamiento intraoperatorio durante la laparotomía mayor. *Fr. J Anaesth.* 1998; 80 (2): 159-63.
- (72.) Bock M, Muller J, Bach A, Bohrer H, Martin E, Motsch J. Efectos de la preinducción y el calentamiento intraoperatorio durante la laparotomía mayor. *Fr. J Anaesth.* 1998; 80 (2): 159-63.
- Borms SF, Engelen SL, Himpe DG, Suy MR, Theunissen WJ. El calentamiento de aire forzado de Bair Hugger mantiene la normotermia de manera más efectiva que el aislamiento térmico. *J Clin Anesth.* 1994; 6 (4): 303-7
- Ouellette RG. Comparación de cuatro dispositivos de calentamiento intraoperatorio. *AANA J.* 1993; 61 (2): 394-6..
- Krenzischek DA, Frank SM, Kelly S. Calentamiento de aire forzado versus cuidado térmico de rutina y sitios de medición de temperatura central. *J Post Anesth* 1995; 10 (2): 69-78.
- Wong PF, Kumar S, DJ Leaper. Calentamiento sistémico como complemento de la reanimación en peritonitis: un ensayo piloto, aleatorizado y controlado. *Surg Infect (Larchmt).* 2007; 8 (3): 387-95.
- Negishi C, Hasegawa K, Mukai S, Nakaga F, Ozaki M, Sessler DI. El calentamiento resistivo y el calentamiento de aire forzado son comparativamente efectivos. *Anesth Analg.* 2003; 96 (1): 1683-7.
- Kurz A, Kurz M, Poeschl G, Faryniak B, Redl G, Hackl. El calentamiento por aire forzado mantiene la normotermia intraoperatoria mejor que los colchones de agua circulante. *Anesth Analg.* 1993; 77 (1): 89-95.
- Gendron F. "Quemaduras" que ocurren durante largos procedimientos quirúrgicos. *J Clin Eng.* 1980; 5 (1): 19-26.

Sessler DI, Moayeri. Calentamiento de la superficie de la piel: flujo de calor y temperatura central. *Anestesiología* 1990; 73 (2): 218-24.

Sessler DI, Moayeri. Calentamiento de la superficie de la piel: flujo de calor y temperatura central. *Anestesiología* 1990; 73 (2): 218-24

Kurz A, Sessler DI, Lenhardt R. Normotermia perioperatoria para reducir la incidencia de infección de heridas quirúrgicas y acortar la hospitalización. *N Engl J Med.* 1996; 334 (19): 1209-15.

Janicki PK, Higgins MS, Janssen J. Comparación de dos estrategias diferentes de mantenimiento de la temperatura durante la cirugía abdominal abierta: calentamiento de aire forzado de la parte superior del cuerpo versus vestimenta de agua para todo el cuerpo. *Anestesiología* 2001; 95 (4): 868-74.

Rubinstein EH, Sessler DI. Los gradientes de temperatura de la superficie de la piel se correlacionan con el flujo sanguíneo de la yema de los dedos en humanos. *Anestesiología* 1990; 73 (3): 541-5.

Grocott HP, Mathew JP, Carver EH, Phillips-Bute B, Landolfo KP, Newman MF et al. Un ensayo controlado aleatorio del Sistema de control de la temperatura del Sol ártico frente a los métodos convencionales para prevenir la hipotermia durante la cirugía cardíaca sin bomba. *Anesth Analg.* 2004; 98 (2): 298-302

Grocott HP, Mathew JP, Carver EH, Phillips-Bute B, Landolfo KP, Newman MF et al. Un ensayo controlado aleatorio del Sistema de control de la temperatura del Sol ártico frente a los métodos convencionales para

prevenir la hipotermia durante la cirugía cardíaca sin bomba. *Anesth Analg.* 2004; 98 (2): 298-302.

Sessler DI. Consecuencias y tratamiento de la hipotermia perioperatoria. *Anesth Clin North Am.* 1994; 12: 425-56

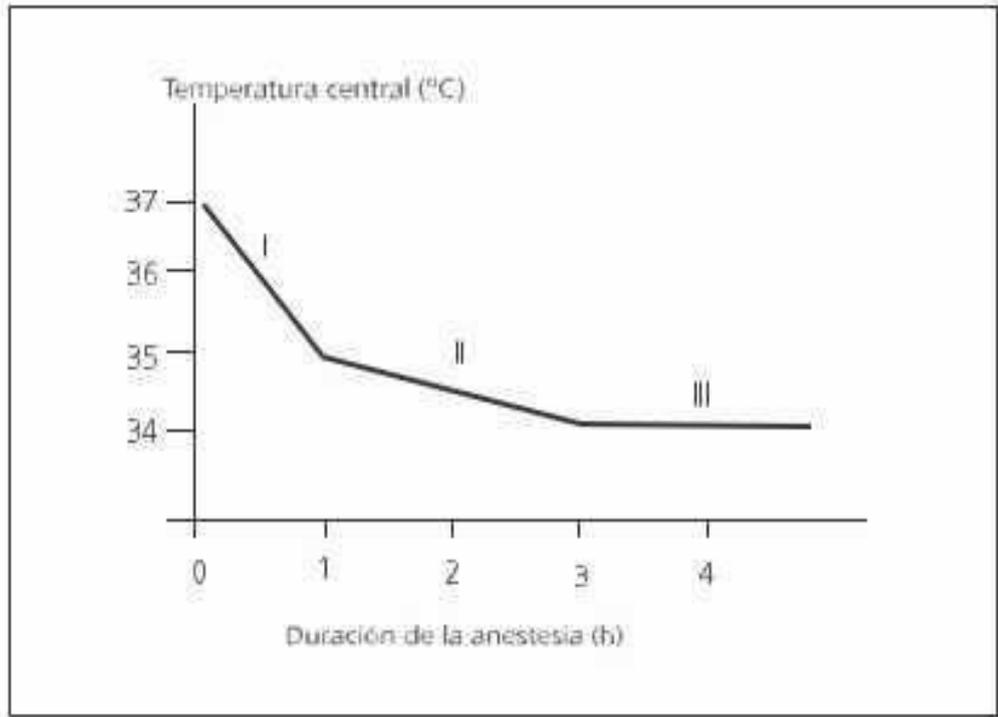
Hasankhani H, Mohammadi E, Moazzami F, Mokhtari M, Naghgizadh MM. Los efectos de la temperatura de los líquidos intravenosos en la situación hemodinámica perioperatoria, los temblores postoperatorios y la recuperación en la cirugía ortopédica. *Can Oper Room Nurs J.* 2007; 25 (1): 20-4, 6-7.

Doufas AG, Akça O, Barry A, Petrusca DA, Suleman MI, Morioka N, et al. Experiencia inicial con un nuevo catéter de intercambio de calor en pacientes neuroquirúrgicos. *Anesth Analg.* 2002; 95 (6): 1752-6.

ECRI Institute. Unidades de calentamiento por aire forzado. Información para el desarrollo de la salud en América Latina. Agosto 2012.

ANEXOS

TEMPERATURA CENTRAL DURANTE LA INDUCCIÓN ANESTÉSICA EN LA PRIMERA HORA



EVALUACION DE LA TEMPERATURA SEGÚN MOMENTOS Y PRESENCIA DE HIPOTERMIA

Temperatura corporal	Hipotermia	
	No	Si
Preoperatorio		
Media	36,511	36,427
Sd	0,2857	0,4314
60 min		
Media	36,297	35,485
Sd	0,1671	0,5729
2 horas		
Media	36,160	34,757
Sd	0,1311	0,6559
Mayor de 3 horas		
Media	36,083	34,046
Sd	0,0923	0,8497
Final		
Media	36,02	33,54
Sd	0,047	0,866
Total	35	79
Significación para el factor Temperatura		p=0.000
Significación para el factor Temperatura *Hipotermia		p=0.000

* Test estadístico: ANOVA de medidas repetidas.

PACIENTES SEGÚN PRESENCIA DE HIPOTERMIA

Variables		Hipotermia				Significación (p)
		No		Si		
Transfusiones	No	31	88,6%	22	27,8%	0.000 *
	Si	4	11,4%	57	72,2%	
Medidas preventivas de hipotermia	No	8	22,9%	63	79,7%	0.000 *
	Si	27	77,1%	16	20,3%	
Tiempo quirúrgico:		3,21±0,11		4,18±0,97		0,000**
Total		35		79		

* Estadístico Chi-cuadrado.
** Estadístico T-student

FRECUENCIA DE COMPLICACIONES EN PACIENTES CON HIPOTERMIA POST OPERADOS CON ANESTESIA GENERAL

Variables		Frecuencias	
		No	%
Presencia de complicaciones	Si	113	99,1
	No	1	0,87
Tipo de complicaciones	Temblor	91	79,8
	HTA	55	48,2
	Arritmias	37	32,5
	Retardo en el despertar	22	19,3
	Alteraciones electrolíticas y ácido básicas, metabólicas y oliguria	53	46,5
n=114			

Fuente: Planilla de recolección de datos.